لكل تلخيص تمرين

الفيزياء والكيمياء

مسلك

علوم فيزياء



الفهرس

الكيمياء

الموجات الميكانيكية المتوالية Ondes mécaniques progressives	ملخص رقم:1

① مفهوم التشويه: تغير محلي ومؤقت لخاصية او عدة خصائص فيزيائية لوسط معين.

② المنبع: نقطة وسط الإنتشار التي احدث فيها التشويه، ويرمز لها بالحرف S.

③ اصناف الموجات: الموجات صنفان:

* موجات ميكانيكية: هي موجات تنتشر فقط في الأوساط المادية المرنة.
* موجات كهرمغناطيسية: هي موجات تنتشر في جميع الأوساط المادية وكذلك في الفراغ.

④ الموجة الميكانيكية: هي ظاهرة انتشار تشويه في وسط مادي مرن، حيث يصاحب انتشاره انتقال للطاقة وليس انتقال للمادة.

⑤ الموجة الميكانيكية المتوالية: هي تتابع مستمر لا ينقطع لإشارات ميكانيكية، ناتج عن اضطراب مستمر ومصاحب لحركة المنبع.

⑥ مميزات إشارة (موجة):

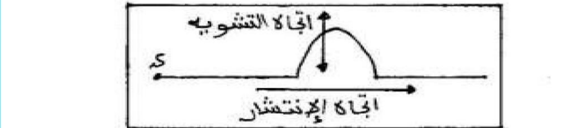
A: مقدمة الإشارة.
B: ذروة الإشارة.
C: مؤخرة الإشارة.

Δt: مدة الإشارة = مدة التشويه = مدة حركة نقطة من وسط الإنتشار: هي المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة لقطع المسافة ℓ.

⑦ انواع الموجات الميكانيكية:

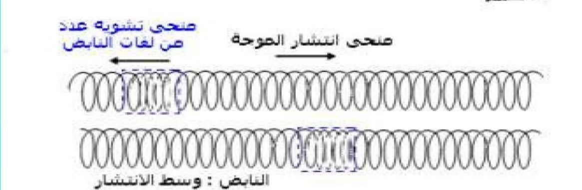
* موجة مستعرضة: هي التي يكون فيها اتجاه التشويه عمودي على اتجاه الإنتشار.

مثال: موجة منتشرة طول حبل.



* موجة طولية: هي التي يكون فيها اتجاه التشويه على استقامة واحدة مع اتجاه الإنتشار.

مثال: موجة منتشرة طول نابض



⑧ الموجات الصوتية: هي موجات ميكانيكية طولية، يتم انتشارها نتيجة انضغاط - تمدد وسط الإنتشار.

⑨ اتجاه انتشار موجة: تنتشر الموجة إنطلاقا من المنبع في جميع الإتجاهات المتاحة لها، وتكون:

⇚ احادية البعد: تنتشر في اتجاه واحد (انتشار موجة طول حبل).
⇚ ثنائية البعد: تنتشر في جميع اتجاهات المستوى (انتشار موجة على سطح الماء).
⇚ ثلاثية البعد: تنتشر في جميع اتجاهات الفضاء (موجة صوتية).

⑩ تراكب موجتين: عند التقاء موجتان تتراكبان، وبعد الإلتقاء يستمر انتشار كل منهما دون تأثير ناتج عن تراكبهما، بحيث تحتفظ كل موجة بنفس المظهر ونفس السرعة.

N.B: تتحقق هذه الخاصية فقط بالنسبة لموجات ذات تشوه ضعيف او استطالة تشوه ضعيفة.

⑪ سرعة انتشار موجة:

$$V = \frac{d}{\Delta t}$$

d: المسافة المقطوعة، بـ (m).
Δt: المدة المستغرقة لقطع المسافة d، بـ (s).
V: سرعة الموجة، بـ $(m.s^{-1})$.

N.B: تتعلق سرعة انتشار موجة بطبيعة وسط الإنتشار من حيث مرونته وقصوره ودرجة حرارته، ولا تتعلق بشكل التشويه ومدته.

⑫ التأخير الزمني τ: التأخير الزمني لحركة نقطة A بالنسبة لحركة نقطة اخرى B، هي المدة التي تستغرقها الموجة بين A و B، ويعبر عنه بالعلاقة:

$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{AB}{\tau} \Leftrightarrow \tau = \frac{AB}{V}$$

⑬ الدراسة المبيانية لإنتشار موجة:

* مظهر موجة: هو المنحنى الممثل لـ "$y = f(x)$"، ولتمثيل هذا المنحنى يجب اتباع الخطوات التالية:

i) معرفة شكل الموجة.
ii) معرفة وسع الموجة.
iii) تحديد طول الموجة.
iiii) تحديد المسافة التي قطعتها الموجة عند اللحظة المدروسة.

* استطالة نقطة من وسط الإنتشار: هي المنحنى الممثل لـ $y = f(t)$، ويتم تمثيل هذا المنحنى باتباع الخطوات التالية:

i) معرفة شكل الموجة.
ii) معرفة وسع الموجة.
iii) تحديد مدة الموجة.
iiii) تحديد بداية حركة النقطة المدروسة.

الموجات الميكانيكيـــة المتواليـــة الدوريـــة **Ondes mécaniques progressives périodiques**	**ملخص رقم:2**

① الموجة المتوالية الدورية :

تكون موجة دورية إذا كانت حركة المنبع S دورية.

② الدور T (الدورية الزمانية):

هو أصغر مدة زمنية تتكرر بعدها الموجة بكيفية مماثلة.

③ طول الموجة λ (الدورية المكانية):

هي أصغر مسافة تتكرر بعدها الموجة بكيفية مماثلة.

$[\lambda] = m$

$[T] = s$

$[N] = Hz$

$[V] = m.s^{-1}$

$$\lambda = V.T = \frac{V}{N}$$

④ الحالة الإهتزازية لنقطتين M و N من وسط الإنتشار:

* التوافق في الطور: M و N تهتزان على توافق في الطور إذا كان: $MN = k\lambda \ / \ k \in \mathbb{N}^*$
* التعاكس في الطور: M و N تهتزان على تعاكس في الطور إذا كان: $MN = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \ / \ k \in \mathbb{N}^*$

⑤ الموجة المتوالية الجيبية:

تكون الموجة المتوالية جيبية، إذا كانت حركة المنبع جيبية، أي:

$$y_s(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$$

- $y_s(t)$: الإستطالة عند t.
- A: الوسع
- ω: النبض، بحيث $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $(rad.s^{-1})$
- $\omega t + \varphi$: الطور عند t، ب (Rad)
- φ: الطور عند $t=0$ (Rad)

N.B: استطالة نقطة M من وسط الإنتشار، $y_M(t) = y_s(t-\tau)$

⑥ الوماض:

الوماض جهاز إليكتروني يصدر ومضات سريعة في مدد زمنية T_e متتالية ومتساوية و يحتوي على زر يمكن من ضبط وتغيير تردد الومضات N_e، حيث: $T_e = \frac{1}{N_e}$

يستعمل هذا الجهاز لدراسة ظاهرة دورية سريعة ترددها N:

* إذا كان $N = kN_e \ / \ k \in \mathbb{N}^*$، نشاهد توقفا ظاهريا.
* إذا كان $N \simeq N_e$، نشاهد حركة ظاهرية بطيئة، ترددها N_a بحيث $N_a = N - N_e$
  - $N_a > 0$، حركة ظاهرية بطيئة في نفس المنحى الحقيقي.
  - $N_a < 0$، " " " المنحى المعاكس للمنحى الحقيقي.

⑦ ظاهرة الحيود:

تحدث هذه الظاهرة، عندما ترد موجة على فتحة عرضها a يقارب طول الموجة $(\lambda \simeq a)$ او اقل منها $(a < \lambda)$.

موجة واردة — موجة محيدة — P_1 — P_2 — λ — ℓ

N.B: خلال هذه الظاهرة يحدث، فقط تغير في شكل الموجة، بينما تحتفظ بنفس السرعة V و نفس التردد N و نفس طول الموجة λ.

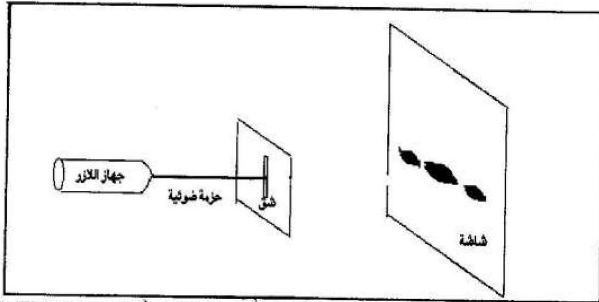
⑧ الوسط المبدد:

يكون وسط ما مبددا للموجات، إذا كانت سرعة الإنتشار تتعلق بالتردد N.

① مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء :

ينتشر الضوء في الأوساط المادية الشفافة المتجانسة وغير المادية وفق خطوط مستقيمية .

② حيود موجة ضوئية احادية اللون :



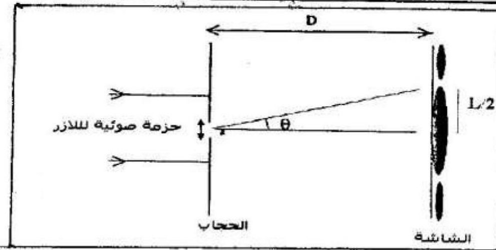
تحدث هذه الظاهرة عندما ترد حزمة ضوئية على فتحة صغيرة جداً، او على سلك مستقيمي سمكه صغير.

* وصف الظاهرة المشاهدة : عندما يجتاز الضوء الشق، نلاحظ بقع مضيئة واخرى مظلمة بشكل متتابع، تقل اضاءتها كلما ابتعدنا عن المركز، بحيث يتصرف الشق كمنبع وهمي. نسمي هذه الظاهرة بظاهرة الحيود .

* شرط حدوثها :

$$\frac{\lambda}{a} > 10^{-3}$$

λ : طول الموجة بـ (m)
a : عرض الشق بـ (m)



* تأثير عرض الشق a :

$$\begin{cases} a \nearrow \Rightarrow L \searrow \\ a \searrow \Rightarrow L \nearrow \end{cases}$$

* تأثير طول الموجة λ :

$$\begin{cases} \lambda \nearrow \Rightarrow L \nearrow \\ \lambda \searrow \Rightarrow L \searrow \end{cases}$$

* الفرق الزاوي θ :

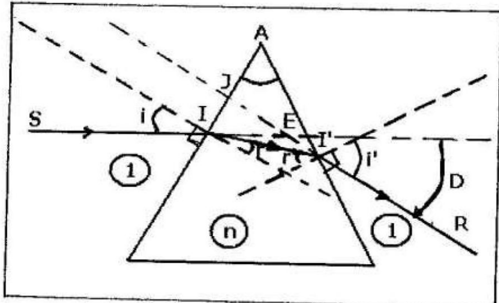
$$(rad) \rightarrow \theta = \frac{\lambda}{a} \begin{matrix} \rightarrow (m) \\ \rightarrow (m) \end{matrix}$$

* تحديد طول الموجة λ :

$$\tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

θ صغيرة جداً، اذن $tg\theta \simeq \theta$

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{L.a}{2D}$$



③ مميزات الضوء الاحادي اللون :

* تعريف : هو الذي لا يتبدد بعد اجتيازه لموشور.
* الضوء موجة متوالية ينتمي لصنف الموجات الكهرمغناطيسية.
* سرعة انتشار موجة في وسط معين V :

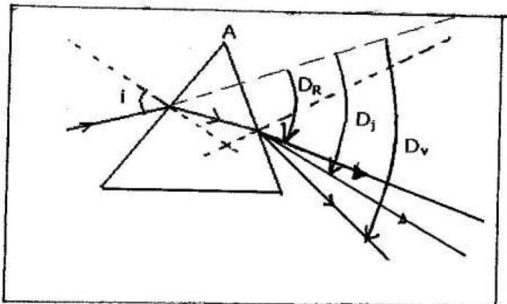
$$V = \frac{\lambda}{T} = \lambda N$$

* معامل الانكسار لوسط n :

$$n = \frac{c}{V} \geq 1$$

N.B :

- يتميز كل شعاع ضوئي احادي اللون بتردده N، و ν
يتغير هذا التردد مع تغير وسط الانتشار.
- λ و V يتغيران مع تغير وسط الانتشار.
- يتعلق معامل انكسار وسط شفاف بتردد الإشعاع (لون الإشعاع).



④ تبدد الضوء بواسطة موشور :

* تعريف : الموشور وسط شفاف محدود بوجهين مستويين يتقاطعان حسب مستقيم يسمى حرف الموشور.
* تبدد الضوء : هي الظاهرة التي تمكن من فصل الإشعاعات ذات الألوان المختلفة .
* علاقة ديكارت للانكسار : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$
* زاوية الموشور : $A = r + r'$
* زاوية الانحراف : $D = i + i' - A$

- حسب علاقة ديكارت نجد :

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

N.B :

- زاوية الانحراف D دالة تناقصية بالنسبة لـ λ، وتزايدية بالنسبة لـ N .
- الزاوية بين شعاعين منحرفين α :

مثال : الزاوية بين الأحمر والأصفر $\alpha = D_j - D_R$

⑤ اطوال الموجات في الفراغ للطيف المرئي $\lambda_0 \in [400nm ; 800nm]$

فوق البنفسجي U.V	البنفسجي VL	الأزرق B	الأخضر V	الأصفر J	البرتقالي O	الأحمر R	تحت الأحمر IR
	400 — 450	500	570	590	610	800	$\lambda(nm)$

① - مكونات الذرة :
* تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة وإلكترونات سالبة الشحنة تدور حول النواة.
* تتكون النواة من دقائق تسمى بالنويات البروتونات (P) وهي موجبة الشحنة والنوترونات (n) وهي محايدة كهربائيا.

② - التمثيل الرمزي لنواة ذرة :

$${}^{A}_{Z}X$$

X : رمز العنصر الكيميائي.
Z : عدد البروتونات في النواة ويسمى عدد الشحنة (العدد الذري)
A : عدد النويات في النواة ويسمى عدد الكتلة.

$$\boxed{A = Z + N}$$

N : عدد النوترونات في النواة

③ - العنصر الكيميائي :
هو مجموعة الذرات التي لنواها نفس عدد الشحنة (Z).

④ - النويدة :
هي مجموعة النوى التي تتميز بنفس عدد الشحنة (Z) ونفس عدد الكتلة (A).

⑤ - النظائر :
هي نويدات تحتوي على نفس عدد الشحنة وتختلف من حيث عدد الكتلة.

⑥ كثافة المادة النووية :

$$d = \frac{\rho_{ny}}{\rho_e} = \frac{m_{ny}}{\rho_e V}$$

لدينا : $m_{ny} = Am$ ، بحيث m كتلة نوية.
و $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ، لأن النواة كروية الشكل. شعاعها $r = r_0 A^{1/3}$ ، $r_0 = 1{,}2\cdot10^{-15}m$ شعاع ذرة الهيدروجين.
إذن :

$$d = \frac{Am}{\frac{4}{3}\pi r_0^3 A \rho_e} = \frac{3m}{4\pi r_0^3 \rho_e}$$

$$d = \frac{3 \times 1{,}66\cdot10^{-27}}{4\times\pi\times(1{,}2\cdot10^{-15})^3 \times 10^3} \Rightarrow d = 2\cdot10^{17} kg.m^{-3}$$ ت ع

وهذا يدل على أن المادة النووية شديدة الكثافة.

⑦ استقرار وعدم استقرار النوى : مخطط سيغري.

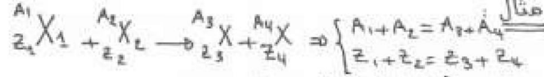


* بالنسبة لـ $Z \leq 20$:
منطقة الاستقرار منطبقة مع المستقيم $N=Z$ ، إذن استقرار هذه النوى يتطلب عددا متساويا من البروتونات والنوترونات.

* بالنسبة لـ $Z > 20$:
منطقة الاستقرار توجد فوق المستقيم ذي المعادلة $N=Z$ ، إذن استقرار هذه النوى يتطلب عدد النوترونات أكبر من البروتونات.

⑧ النشاط الإشعاعي :
* تعريف : النشاط الإشعاعي تحول نووي طبيعي وتلقائي وغير مرتقب في الزمن، لنواة غير مستقرة إلى نواة متولدة أكثر استقرارا أو إلى حالة إثارة أقل طاقة، مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق تكون إشعاعات نشيطة.

* قانون الانحفاظ : قانون صودي SODDY
خلال تحول نووي تنحفظ الشحنة الكهربائية (Z) وكذلك العدد الإجمالي للنويات (A).
مثال



$${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X + {}^{A_4}_{Z_4}X \Rightarrow \begin{cases} A_1 + A_2 = A_3 + A_4 \\ Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 \end{cases}$$

* أنواع الأنشطة الإشعاعية :
⇐ النشاط الإشعاعي α : يحدث بالنسبة للنوى الثقيلة (A>170) ، حيث تبعث نوى الهيليوم ${}^{4}_{2}He$ ، وفق المعادلة :

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

⇐ النشاط الإشعاعي β^- : يحدث بالنسبة للنوى التي توجد فوق منطقة الاستقرار، حيث تبعث إلكترون (${}^{0}_{-1}e$) وفق المعادلة :

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

خلال هذا التحول، قد تم تحول نوترون إلى بروتون، حسب المعادلة الظاهراتية التالية :

$${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$$

⇐ النشاط الإشعاعي β^+ : يحدث بالنسبة للنوى التي توجد تحت منطقة الاستقرار، حيث تبعث بوزيترون (${}^{0}_{+1}e$)، وفق المعادلة :

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$$

خلال هذا التحول، قد تم تحول نوترون إلى بروتون، حسب المعادلة الظاهراتية التالية :

$${}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$$

⇐ النشاط الإشعاعي γ : يواكب هذا النشاط الأنشطة الثلاث السالفة الذكر، حيث تكون النواة المتولدة في حالة إثارة، وتفقد هذه الإثارة، ببعثها موجات كهرمغنطيسية (فوتونات) ذات طاقة عالية، وفق المعادلة :

$$Y^* \longrightarrow Y + \gamma$$

⑨ الفصيلة المشعة :
هي مجموعة النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصل :

⑩ التناقص الإشعاعي :
* قانون التناقص الإشعاعي :

$$\boxed{N(t) = N_0 e^{-\lambda t}}$$



$N(t)$: عدد النوى غير المتفتتة عند اللحظة t.
N_0 : عدد النوى عند $t=0$.
λ : ثابتة إشعاعية تميز النويدة المشعة، وحدتها s^{-1}.
* ثابتة الزمن τ :

$$\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda}}$$

* عمر النصف $t_{1/2}$: هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد النوى الأصلي لعينة.

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$$

* نشاط عينة مشعة a :
هو عدد التفتتات في وحدة زمن، وحدته Bq، ويعبر عنه ب :

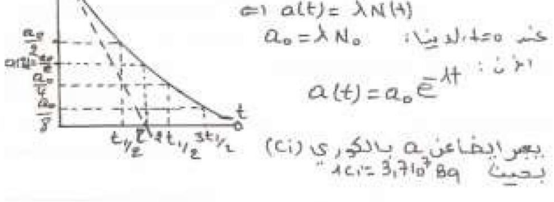
$$a(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

$$\Leftrightarrow a(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Leftrightarrow a(t) = \lambda N(t)$$

عند $t=0$، لدينا : $a_0 = \lambda N_0$
إذن :

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda t}$$



يعبر أيضا عن a بالكوري (Ci) بحيث : $1Ci = 3{,}7\cdot10^{10} Bq$

① علاقة التكافؤ لاينشتاين :

كل كتلة m توافقها طاقة E والعكس، اذن الطاقة والكتلة متكافئان. يعبر عن هذا التكافؤ بالعلاقة :

$$E = mc^2$$

c: سرعة انتشار الضوء في الفراغ $c = 3.10^8 m.s^{-1}$

m: الكتلة بـ Kg

E: الطاقة بالجول J.

N.B:

عند ما تتغير كتلة مجموعة بـ Δm، خلال تحول ما، فإن الطاقة الناتجة عن هذا التحول هي :

$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

- $\Delta m < 0 \Rightarrow \Delta E < 0 \Rightarrow$ تعطي المجموعة طاقة للوسط الخارجي.
- $\Delta m > 0 \Rightarrow \Delta E > 0 \Rightarrow$ تكتسب المجموعة طاقة من الوسط الخارجي.

② وحدة الكتلة الذرية u:

$$1u = \frac{1}{12} m_{at}(^{12}C) \iff 1u = \frac{1}{12} \frac{M(C)}{N_A}$$

$$1u = 1,66.10^{-27} Kg$$

③ وحدة الطاقة: الإليكترون - فولط ev.

$$1ev = 1,6.10^{-19} J$$

④ الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية:

$$1u = 931,5 Mev/c^2$$

⑤ النقص الكتلي Δm لنواة ^A_ZX :

$$\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - m(X)$$

m_p: كتلة البروتون.

m_n: كتلة النوترون.

$m(X)$: كتلة النواة.

⑥ طاقة الربط لنواة E_ℓ :

هي الطاقة التي يجب اعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها عن بعضها، وتبقى في حالة سكون.

$$E_\ell = \Delta m c^2$$

Δm: النقص الكتلي للنواة

⑦ طاقة الربط بالنسبة لنوية $\mathcal{E}$:

تعطي فكرة عن مدى استقرار النواة، بحيث كلما كانت هذه الأخيرة كبيرة، كلما كانت النواة اكثر استقرارا، و يعبر عنها بالعلاقة :

$$\mathcal{E} = \frac{E_\ell}{A}$$ (Mev/nucléon)

تطبيق 1:

نعتبر نظير الأورانيوم ^{235}U.

1- اعط بنية نواة هذا النظير.

2- احسب النقص الكتلي Δm لهذه النواة بالوحدة u ثم Kg. نعطي $m(^{235}_{92}U) = 234,99332u$

$m_p = 1,007276u$ ، $m_n = 1,008665u$

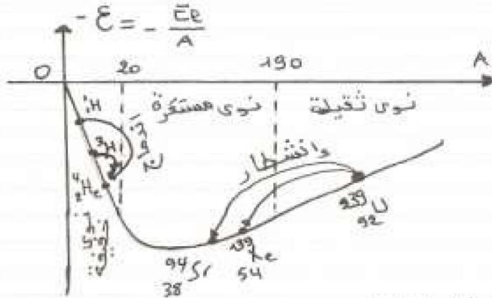
3- احسب، بالجول J ثم Mev، طاقة الربط لهذه النواة.

4- احسب طاقة الربط بالنسبة لنوية لهذه النواة.

5- قارن استقرار نواة الأورانيوم 235 و نواة الراديوم ^{226}Ra ذي طاقة ربط لنوية 7,66 Mev/nucléon

⑧ منحنى أسطون ASTON :

يمكن منحنى أسطون من مقارنة مدى استقرار النوى و من تفسير إمكانية تحول نوى إلى نوى أخرى.



⑨ الإنشطار النووي:

تحول نووي محرض، يتم خلاله انقسام (تشظية) نواة ثقيلة عند قذفها بنوترون إلى نواتين خفيفتين.

مثال:

$$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{135}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3^1_0n$$

⑩ الإندماج النووي:

تحول نووي محرض يتم خلاله انضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا

مثال:

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$$

⑪ الحصيلة الكتلية والطاقية لتحول نووي :

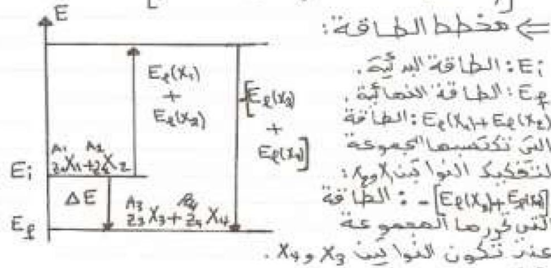
نعتبر تفاعلا نوويا معبرا عنه بالمعادلة التالية :

$$^{A_1}_{Z_1}X + ^{A_2}_{Z_2}X \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X + ^{A_4}_{Z_4}X$$

$$\Delta E = E_\ell(X_1) + E_\ell(X_2) - E_\ell(X_3) - E_\ell(X_4)$$

$$\Delta E = [(\Sigma m(\text{النواتج}) - \Sigma m(\text{المتفاعلات})].c^2$$

⇐ مخطط الطاقة:



E_i: الطاقة البدئية.

E_f: الطاقة النهائية.

$E_\ell(X_1)+E_\ell(X_2)$: الطاقة التي تكتسبها المجموعة لتفكيك النواتين X_1 و X_2؛

$-[E_\ell(X_3)+E_\ell(X_4)]$: الطاقة التي تحررها المجموعة عند تكون النواتين X_3 و X_4.

N.B

- في حالة التحولات النووية التلقائية، نرمز للطاقة الناتجة عن التحول بـ E.
- الطاقة المحررة خلال تحول نووي : $Q = -\Delta E$.
- تتحول الطاقة المحررة خلال التفاعلات النووية إلى طاقة حركية للنوى والدقائق الناتجة عن هذا التحول و كذلك إلى طاقة كهرمغناطيسية لإشعاع γ: $Q = -\Delta E = \Sigma E_c(Y) + E(\gamma)$

تطبيق 2:

نواة الاورانيوم 235 قابلة للانشطار، عند قذفها بنوترون:

$$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^1_0n$$

نعطي:

$m(U) = 234,9934u$; $m(Xe) = 139,8920u$

$m(Sr) = 93,8945u$; $m(n) = 1,0087u$

$1u = 931,5 Mev/c^2$

- احسب الطاقة الناتجة عن هذا التحول.

I - المكثف:

1 - تعريف:

المكثف ثنائي قطب، يتكون من موصلين متقابلين تسميهما لبوسين، يفصل بينهما عازل (استقطابي)، نرمز له بـ: —| |—

2 - العلاقة بين الشحنة وشدة التيار:

q_A ، $q_B = -q_A$

$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{dq_A}{dt}}$$

$[q_A] = C$ ، $[t] = s$ ، $[i] = A$

3 - العلاقة بين الشحنة والتوتر: السعة C .

$$\Rightarrow q_A = C\,u_{AB}$$

$[q_A] = C$ ، $[u_{AB}] = V$

$[C] = F$: سعة المكثف .

II - تجميع المكثفات:

1 - التركيب على التوازي:

$$\boxed{C = C_1 + C_2}$$

2 - التركيب على التوالي:

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

III - شحن مكثف:

نضع قاطع التيار في الموضع (1).

1 - المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C .

حسب قانون إضافيات التوترات:

$$u_C + u_R = E$$

$$u_C + Ri = E$$

$$u_C + R\frac{dq}{dt} = E$$

$$u_C + R\frac{d}{dt}(Cu_C) = E$$

$$u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$$

$$u_C + \tau\frac{du_C}{dt} = E \quad \text{بحيث} \quad \tau = R.C$$

2 - حل المعادلة التفاضلية:

حل هذه المعادلة على الشكل: $u_C(t) = Ae^{-mt} + B$

بحيث A و B و m ثوابت يجب تحديدها.

نعوض بهذا الحل في المعادلة نجد:

$$Ae^{-mt} + B + \tau\frac{d}{dt}(Ae^{-mt} + B) = E$$

$$\Leftrightarrow Ae^{-mt} + B + \tau \times A \times (-m)e^{-mt} = E$$

$$\Leftrightarrow A(1 - m\tau)e^{-mt} + B = E$$

$$\Leftrightarrow A(1 - m\tau)e^{-mt} + B = 0 \times e^{-mt} + E$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} A(1 - m\tau) = 0 \Rightarrow 1 - m\tau = 0 \Rightarrow \boxed{m = \frac{1}{\tau}} \\ \boxed{B = E} \end{cases}$$

اذن: $u_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + E$

A تحدد بالشروط البدئية:

$u_C(0) = 0$ ، u_C دالة متصلة، اذن

$$\Leftrightarrow Ae^{0} + E = 0$$

$$\Leftrightarrow A + E = 0 \Rightarrow \boxed{A = -E}$$

$$u_C(t) = -Ee^{-\frac{t}{\tau}} + E$$

$$\boxed{u_C(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$$

3 - منحنى $u_C(t)$:

$u_C(0) = 0$

$u_C(\infty) = E$ ، منحنى $u_C(t)$ يقبل $u_C = E$ كمقارب أفقي جوار $+\infty$.

نظام انتقالي ، نظام دائم

$u_C(V)$ ، E ، 0,63E ، 0 ، τ ، t(s)

4 - ثابتة الزمن $\tau = R.C$:

* تحليل معادلة الأبعاد τ:

$$[\tau] = [R].[C] = \frac{[U]}{[I]}.\frac{[q]}{[U]} = \frac{[q]}{[I]} = [t]$$

اذن المقدار τ له بعد زمني، ويعبر عنه بـ (s).

* طرق تحديد ثابتة الزمن τ:

- الطريقة 1:

لدينا: $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 0,63E$ ، اذن τ هو الأفصول الذي يوافق الأرتوب $0,63E$.

- الطريقة 2: (طريقة المماس).

نرسم المماس للمنحنى عند $t = 0$، يمثل أفصول نقطة تقاطع المماس والمقارب ثابتة الزمن τ. (انظر الشكل)

4 - تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة:

$$i = \frac{dq}{dt} \Leftrightarrow i = C\frac{du_C}{dt} = C\frac{d}{dt}\left[E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right]$$

$$\Leftrightarrow \boxed{i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}}$$

IV - تفريغ مكثف: (نفس الطرق بالنسبة للشحن).

نضع قاطع التيار في الموضع 2:

1 - المعادلة التفاضلية:

$$u_C + \tau\frac{du_C}{dt} = 0 \quad \text{بحيث} \quad \tau = R.C$$

2 - حل المعادلة التفاضلية:

$$\boxed{u_C(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}}$$

$u_C(V)$ ، E ، 0,37E ، 0 ، τ ، t(s) ، نظام انتقالي ، نظام دائم

3 - منحنى $u_C(t)$:

$u_C(0) = E$

• $u_C(\infty) = 0$

4 - تحديد τ :

• الطريقة 1:

$u_C(\tau) = Ee^{-1} = 0,37E$

اذن τ الأفصول الموافق للأرتوب $0,37E$.

• الطريقة 2:

نرسم المماس عند $t = 0$، أفصول نقطة تقاطعه مع محور الأفاصيل هو τ. (انظر الشكل أعلاه).

5 - تعبير شدة التيار:

i(A) ، τ ، t(s) ، $0,37I_0$ ، $I_0 = -\frac{E}{R}$ ، نظام انتقالي ، نظام دائم

$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$$

$$i = -\frac{CE}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\boxed{i = -\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}}$$

i غير متصلة في 0.

$i(\infty) = 0$ ، $i(0) = -\frac{E}{R}$

V - الطاقة المخزونة في مكثف:

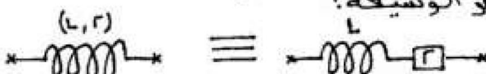
$$\boxed{\mathcal{E}_e = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}}$$

I] الوشيعة :

① تعريف :

الوشيعة ثنائي قطب يتكون من لفات، من سلك من النحاس، غير متصلة فيما بينها لكونها مطلية بورنيق عازل كهربائي.

② رمز الوشيعة :



r : مقاومة الوشيعة، يعبر عنها بـ (Ω).
L : مقدار يميز الوشيعة، يسمى معامل التحريض الذاتي، يعبر عنه بالهنري (H).

③ التوتر بين مربطي وشيعة :

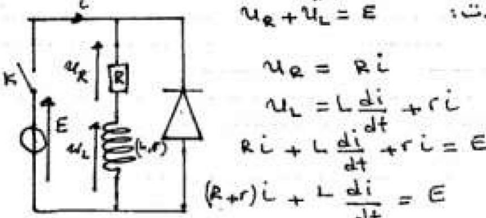
(L, r) ; i ; u_L

$$u_L = L\frac{di}{dt} + ri$$

II] اقامة وانقطاع التيار في وشيعة :

① اقامة التيار في وشيعة : (K مغلق)

* المعادلة التفاضلية لـ i :



ح.ق.ا.ت : $u_R + u_L = E$

$$u_R = Ri$$
$$u_L = L\frac{di}{dt} + ri$$
$$Ri + L\frac{di}{dt} + ri = E$$
$$(R+r)i + L\frac{di}{dt} = E$$

$$i + \frac{L}{R+r}\frac{di}{dt} = \frac{E}{R+r}$$ وهي المعادلة التفاضلية لـ i.

* حل المعادلة التفاضلية :

حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل : $i(t) = Ae^{-mt} + B$
مع A و B و m ثوابت يجب تحديدها.
بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد :

$$Ae^{-mt} + B + \frac{L}{R+r}\frac{d}{dt}\left(Ae^{-mt} + B\right) = \frac{E}{R+r}$$

$$\Leftrightarrow \left(1 - m\frac{L}{R+r}\right)Ae^{-mt} + B = \frac{E}{R+r}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 1 - m\frac{L}{R+r} = 0 \\ B = \frac{E}{R+r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{R+r}{L} \\ B = \frac{E}{R+r} \end{cases}$$

اذن الحل يصبح على الشكل : $i(t) = Ae^{-\frac{R+r}{L}t} + \frac{E}{R+r}$

A تحدد بالشروط البدئية $(t=0)$: $i(0) = A + \frac{E}{R+r} = 0$

$$\Rightarrow A = -\frac{E}{R+r}$$

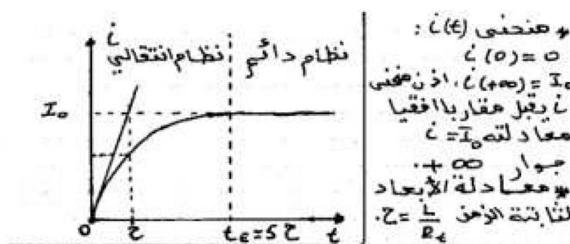
$$i(t) = -\frac{E}{R+r}e^{-\frac{R+r}{L}t} + \frac{E}{R+r}$$
$$= \frac{E}{R+r}\left(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t}\right)$$

نضع : $R_t = R + r$ و $\tau = \frac{L}{R_t}$ و $I_0 = \frac{E}{R_t}$

الحل يصبح :

$$i(t) = I_0\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

* منحنى $i(t)$:



$i(0) = 0$
$i(+\infty) = I_0$، اذن منحنى i يقبل مقاربا افقيا معادلته $i = I_0$ جوار $+\infty$.

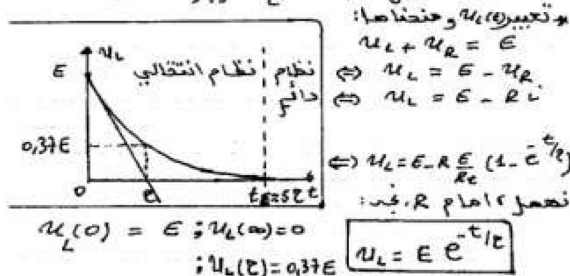
* معادلة الأبعاد لثابتة الزمن $\tau = \frac{L}{R_t}$.

$$\begin{cases} L = \frac{u_L}{\frac{di}{dt}} \\ R = \frac{U}{I} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [L] = \frac{[U]\cdot[t]}{[I]} \\ [R] = \frac{[U]}{[I]} \end{cases} \Rightarrow \boxed{[\tau] = [t]}$$

* كيفية تحديد τ :

- الطريقة 1 : نحسب $i(\tau)$ حيث نجد $i(\tau) = 0,63 I_0$
اذن τ هي الأفصول الموافق للأرتوب $0,63 I_0$
- الطريقة 2 : نخط المماس للمنحنى عند $t=0$ ، يمثل أفصول نقطة تقاطعه مع المقارب والمماس τ.

* تعبير $u_L(t)$ ومنحناها :



$u_L + u_R = E$
$\Leftrightarrow u_L = E - u_R$
$\Leftrightarrow u_L = E - Ri$
$\Leftrightarrow u_L = E - R\frac{E}{R_t}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$

نهمل r امام R، نجد :

$$u_L = Ee^{-t/\tau}$$

$u_L(0) = E$; $u_L(\infty) = 0$; $u_L(\tau) = 0,37E$

② انقطاع التيار في وشيعة : (K مفتوح)

* المعادلة التفاضلية لـ i :

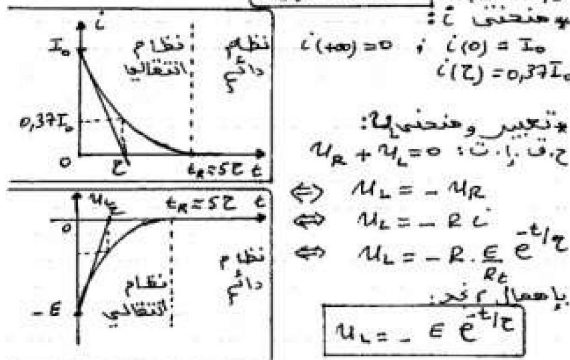
ح.ق.ا.ت : $u_R + u_L = 0 \Rightarrow$ $$i + \tau\frac{di}{dt} = 0$$

* حل المعادلة التفاضلية :

حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل $i(t) = Ae^{-mt} + B$
مع A و B و m ثوابت يجب تحديدها.
بالتعويض في المعادلة التفاضلية، وباستعمال الشروط البدئية نجد : $B = 0$ و $m = \frac{1}{\tau}$ و $A = \frac{E}{R_t} = I_0$

وبالتالي نجد : $$i(t) = I_0e^{-t/\tau}$$

* منحنى i :



$i(0) = I_0$; $i(+\infty) = 0$
$i(\tau) = 0,37 I_0$

* تعبير ومنحنى u_L :

ح.ق.ا.ت : $u_R + u_L = 0$
$\Leftrightarrow u_L = -u_R$
$\Leftrightarrow u_L = -Ri$
$\Leftrightarrow u_L = -R\cdot\frac{E}{R_t}e^{-t/\tau}$

باهمال r نجد :

$$u_L = -Ee^{-t/\tau}$$

$u(0) = -E$; $u(+\infty) = 0$; $u(\tau) = -0,37E$

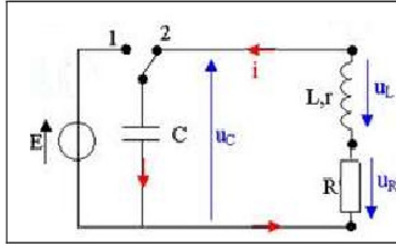
III] الطاقة المخزونة في وشيعة :

$$E_m = \frac{1}{2}Li^2$$

$[E_m] = J$

ملخص رقم:8	الدارة RLC المتواليـــة Le circuit RLC série

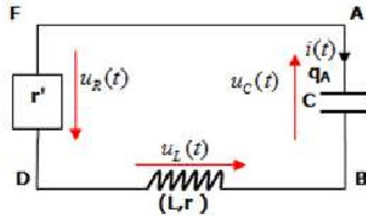
1- تفريغ مكثف في وشيعة



بعد شحن المكثف كليا، نضع قاطع التيار K في الموضع (2) ، فنحصل على دارة RLC متوالية ،
يُفرغ المكثف في الوشيعة . بعد انعدام التيار في الدارة فإن الوشيعة تفرغ في المكثف : بين الوشيعة و المكثف تحدث تبادلات طاقية عبر الموصل الاومي
يؤدي تفريغ مكثف مشحون في وشيعة الدارة RLC المتوالية إلى ظهور ذبذبات حرة و مخمدة
ذبذبات : التوتر يتأرجح بين قيمة موجبة و قيمة سالبة
حرة : غياب مولد في الدارة يرغمها على التذبذب
مخمدة : الوسع يتناقص مع الزمن بسبب ضياع الطاقة الكهربائية في الموصل الاومي

2- الذبذبات الحرة في دارة RLC

2-1- المعادلة التفاضلية



نعتبر الدارة التالية :

حسب قانون إضافية التوترات بين A و F نكتب : $u_L(t)+u_R(t)+u_C(t)=0$ (1)

مع : $u_R(t)=r'.i(t)$ و $u_L(t)=r.i(t)+L\dfrac{di(t)}{dt}$ و $i(t)=C\dfrac{du_C(t)}{dt}$

إذن : $u_R(t)=r'.C\dfrac{di}{dt}$ و $u_L(t)=r.C\dfrac{du_C}{dt}+L.C\dfrac{d^2u_C}{dt^2}$. نعوض في المعادلة(1) :

$L.C\dfrac{d^2u_C}{dt^2}+(r+r')C\dfrac{du_C}{dt}+u_C=0$ نضع $R=r+r'$ و نقسم على $L.C$

فتصبح المعادلة : $\dfrac{d^2u_C}{dt^2}+\dfrac{R}{L}\dfrac{du_C}{dt}+\dfrac{1}{L.C}u_C=0$ المعادلة التفاضلية لدارة RLC متوالية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف .

" يعبر المقدار $\dfrac{R}{L}\dfrac{du_C}{dt}$ عن ظاهرة خمود الذبذبات ، و يحدد حسب قيم R ، نظام هذه الذبذبات ".

2-2: أنظمة الذبذبات الحرة

R كبيرة جدا	R حرجة	R صغيرة جدا	R=0
نظام لا دوري	نظام حرج	نظام شبه دوري	نظام دوري (مثالي)
R كبيرة جدا ؛ تزول التذبذبات نظرا لوجود خمود مهـــم	في الذبذبات الحرة توجد قيمة معينة للمقاومة R ، نرمز لها ب R_C ، مقاومة حرجة و هي مقاومة تفصل بين النظام شبه الدوري و النظام لا دوري و يسمى النظام في هذه الحالة حرجا.في هذه الحالة يعود التوتر $u_C(t)$ إلى الصفر بسرعة و دون تذبذب .تتعلق R_C ب L و C . $R_C=2.\sqrt{\frac{L}{C}}$	R صغيرة ، نحصل على ذبذبات يتناقص وسعها تدريجيا مع الزمن	R منعدمة ، نحصل على ذبذبات وسعها يبقى ثابتا مع الزمن تسمى هذه الدارة بالمثالية: الدارة بالمثالية LC لاستحالة تحقيقها تجريبيا ، لكون أن الوشيعات تتوفر على مقاومة داخلية

حسب R المقاومة الاجمالية للدارة يمكن الحصول

3- الذبذبات غير المخمدة في دارة مثالية LC :

3-1: المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$

حسب قانون إضافية التوترات ، نكتب : $u_C(t)+u_L(t)=0$.

مع $u_L(t)=L\frac{di}{dt}$ و $i=C\frac{du_C}{dt}$ أي : $u_L(t)=L.C\frac{d^2u_C}{dt^2}$.

نعوض فنجد : $LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$

أي : $\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=0$ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ خلال الذبذبات الكهربائية الحرة غير المخمدة لدارة LC

3-2: حل المعادلة التفاضلية

هذه المعادلة التفاضلية ، معادلة خطية من الدرجة الثانية ، حلها جيبي على شكل : $u_C(t)=Um\,Cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ حيث

* Um: وسع الذبذبات ب (V).
* $\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$: الطور في اللحظة t ب (rad) .
* φ: الطور عند أصل التواريخ $(t=0)$ ب (rad).
* T_0: الدور الخاص للذبذبات ب (s).

ملحوظة : نضع $\frac{2\pi}{T_0}=\omega_0$. نسمي ω_0 النبض الخاص للذبذبات ب (rad/s). نكتب : $u_C(t)=UmCos(\omega_0 t+\varphi)$.

تعبير الدور الخاص :	تحديد φ و Um:
$u_C(t)=UmCos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ ، أي أن : $\frac{d^2u_C}{dt^2}=-(\frac{2\pi}{T_0})^2.u_C$ $(\frac{2\pi}{T_0})^2.u_C+\frac{1}{LC}u_C(t)=0$ و بالتالي : $\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2=\frac{1}{LC}$ و منه : $T_0=2\pi\sqrt{L.C}$	تحدد قيم φ و Um ، بالشروط البدئية مثال 1 : * المكثف مشحونا كليا و بالتالي : Um=E . * عند $(t=0)$ لدينا : $u_C(t=0)=E$ $u_C(0)=UmCos\varphi=E$ أي أن : $\cos\varphi=\frac{E}{Um}\succ 0$ إذن $\varphi=0$ في حالة حصولنا على قيمتين مختلفتين لـــ φ يتم اختيار القيمة المناسبة بناءا على اشارة $i(t)=C\frac{du_C}{dt}=-\frac{2\pi}{T_0}C.UmSin(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ في اللحظة t=0 باعتبار أن هاتين الدالتين متصلتين كيفما كانت t .

$$u_C(t)=E\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$$

تعبير الشحنة $q(t)$	تعبير شدة التيار $i(t)$
$q(t)=Cu_C(t)=CUm\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$ مع $CUm=q_m$	$i(t)=C\frac{du_C}{dt}=-\frac{2\pi}{T_0}C.UmSin(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ بماان $CUm=q_m$ فان $q_m\frac{2\pi}{T_0}=\text{Im}$

ملحوظة من خلال معادلة الأبعاد نتحقق ان وحدة T_0 هي الثانية. $[T_0]=([L].[C])^{1/2}$ مع $[L]=\frac{[U]}{[I]}[t]$ و $[C]=\frac{[I].[t]}{[U]}$

أي : $[T_0]=([t].[t])^{1/2}=[t]$ و هكذا T_0 لها بعد زمني وحدته هي الثانية .

ملخص رقم:8	الدارة RLC المتواليـــــة Le circuit RLC série

4- انتقال الطاقة بين المكثف و الوشيعة

الطاقة في الدارة LC المثالية

الطاقة الكلية المخزونة في الدارة LC هي في كل لحظة مجموع
الطاقة الكهربائية في المكثف و الطاقة المغنطيسية في الوشيعة

$E_t = E_e + E_m$; $E_t = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2$

لنبين ان الطاقة تابثة في هذه الدارة

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}.C.2.U_C(t).\frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{2}.L.2.i(t).\frac{di(t)}{dt}$$

مع $i(t) = C.\frac{dU_C}{dt}$

اذن: $\frac{dE}{dt} = .C.U_C(t).\frac{dU_C}{dt} + L.i(t).\frac{dU_C}{dt}$

$$\frac{dE}{dt} = U_C(t).C.\frac{dU_C}{dt} + L.C.\frac{dU_C}{dt}.\frac{di(t)}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = (U_C(t).+L.\frac{di(t)}{dt}).C.\frac{dU_C}{dt}$$

$\frac{dE}{dt} = (U_C(t).+L.C\frac{d^2U_C}{dt^2}).C.\frac{dU_C}{dt}$ بما ان

$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$ فان $\frac{dE}{dt} = 0$ اي الطاقة الاجمالية تابثة

تكون الطاقة الكلية لدارة مثالية LC ثابتة خلال الزمن و تساوي الطاقة البدئية المخزونة في المكثف.

- خلال الذبذبات غير المخمدة تتحول الطاقة الكهربائية في المكثف إلى طاقة مغنطيسية في الوشيعة و العكس صحيح.

الطاقة في الدارة RLC المتوالية

خلال دراسة تجريبية لدارة RLC متوالية حيث المقاومة $R \neq 0$ ، نعاين بواسطة جهاز ملائم ، منحنيات تغيرات الطاقة E_m و E_e و E_t بدلالة الزمن

المخزونة في الدارة هي في كل لحظة مجموع
الطاقة الكهربائية في المكثف و الطاقة المغنطيسية في الوشيعة
لنبين ان الطاقة غير تابثة في هذه الدارة

$E_t = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2$ ، $E_t = E_e + E_m$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}.C.2.U_C(t).\frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{2}.L.2.i(t).\frac{di(t)}{dt}$$

مع $i(t) = C.\frac{dU_C}{dt}$

اذن: $\frac{dE}{dt} = .C.U_C(t).\frac{dU_C}{dt} + L.i(t).\frac{dU_C}{dt}$

$$\frac{dE}{dt} = U_C(t).C.\frac{dU_C}{dt} + L.C.\frac{dU_C}{dt}.\frac{di(t)}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = (U_C(t).+L..\frac{di(t)}{dt}).C.\frac{dU_C}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = (U_C(t).+L.C\frac{d^2U_C}{dt^2}).C.\frac{dU_C}{dt}$$

$L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + (r+r')C\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ بما ان

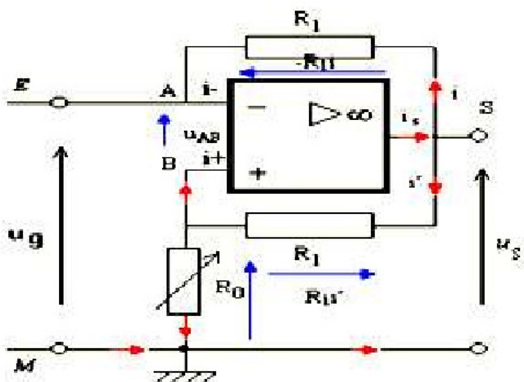
$$L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = R.C\frac{du_C}{dt} = -R.i(t)$$

$$\frac{dE}{dt} = (R.i(t)).C.\frac{dU_C}{dt} = -R.i^2(t)$$

فان $\frac{dE}{dt} \neq 0$ اي الطاقة الاجمالية غير تابثة

5- صيانة الذبذبات

5-1: مولد الصيانة



$U_{AM} = U_{AS} + U_{SB} + U_{BM}$

$U_{AM} = -R_1.i + R_1.i' + R_0.i'$

(1) $U_{AM} = R_1(i' - i) + R_0.i'$

$U_{AM} = U_{AB} + U_{BM}$

(2) $U_{AM} = 0 + R_0.i'$

من المعادلتين (1) و (2) نجد : $R_1(i'-i) = 0$ ، أي أن : $i = i'$.

و هكذا : التوتر بين مربطي المولد G يتناسب إطرادا مع شدة التيار . $u_G = R_0.i$

5-2: دراسة المتذبذب

في كل لحظة يمكن كتابة : $u_{AM} = u_{AD} + u_{DM}$

$R_0 . i = R_B . i + L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C}$ أي أن : $L\frac{di}{dt} + \left(R_B - R_0\right)i + u_C = 0$

مع : $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$. أي:

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{(R_B - R_0)}{LC}C\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$ المعادلة التفاضلية للمتذبذب.

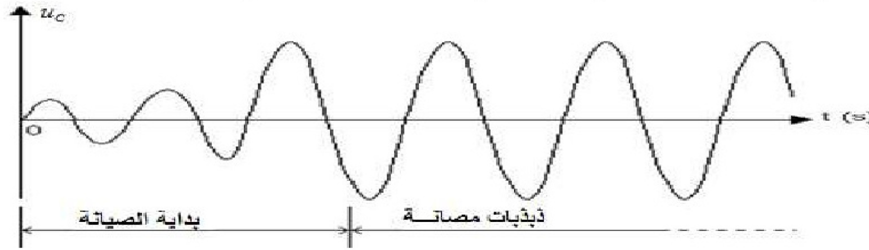
للحصول على تذبذبات مصانة يجب أن يكزن $R_B - R_0 = 0$ أي $R_B = R_0$.

و بالتالي : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$ و هي المعادلة التفاضلية المميزة للمتذبذب $\left(L,C\right)$ ذي مقاومة مهملة.

لصيانة التذبذبات يجب تزويد الدارة بطاقة كهربائية تعوض الطاقة المبددة بمفعول جول في المقاومة R . نستعمل ثنائي قطب يتصرف كمقاومة سالبة

5-3: معاينـة التوتر بين مربطي مكثف الدارة (L,C) يوجد بها المولد G .

تجربة: في التركيب التجريبي السابق ، نعاين التوتر u_C بين مربطي المكثف على شاشة راسم التذبذب ، فنلاحظ :



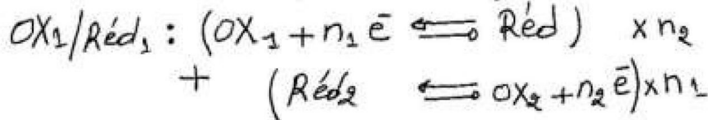
ملخص رقم: 1 | **التحولات السريعة والتحولات البطيئة**

① التفاعلات اكسدة - اختزال :

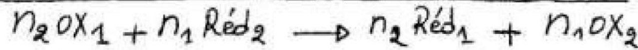
* تعريف: تفاعلات يتم خلالها تبادل الإليكترونات بين المتفاعلات.
* الاكسدة : فقدان الإليكترونات.
* الاختزال : اكتساب الإليكترونات.
* المؤكسد (OX) : نوع يكتسب الإليكترونات.
* المختزل (Réd) : نوع يفقد الإليكترونات.
* المزدوجة مختزل/ مؤكسد (OX/Réd) : نوعان يكونان مزدوجة إذا كان بالإمكان المرور من احدهما إلى الآخر باكتساب او فقدان عدد من الإليكترونات.
* نصف المعادلة الكسدة - اختزال :

$OX + n\bar{e} \rightleftharpoons Réd$ او $Réd \rightleftharpoons OX + n\bar{e}$

* المعادلة الحصيلة للتفاعل اكسدة - اختزال بين مزدوجتين:



$$OX_1/Réd_1 : (OX_1 + n_1\bar{e} \rightleftharpoons Réd_1) \times n_2$$
$$+ \quad (Réd_2 \rightleftharpoons OX_2 + n_2\bar{e}) \times n_1$$



$$n_2 OX_1 + n_1 Réd_2 \longrightarrow n_2 Réd_1 + n_1 OX_2$$

② التمييز بين التحولات السريعة والتحولات البطيئة :

* التحولات السريعة : تحولات تحدث خلال مدة وجيزة، فلا يمكن تتبع تطورها بالعين المجردة او بأدوات القياس المتوفرة لدى المختبر.
* التحولات البطيئة: تحولات تحدث خلال دقائق اوساعات، بحيث يمكن تتبع تطورها بالعين المجردة او بأدوات القياس المتوفرة في المختبر.

③ بعض التقنيات الفيزيائية لإبراز التحولات الكيميائية :

* استعمال مانومتر.
* استعمال مقياس المواصلة.
* استعمال pH - متر.

④ العوامل الحركية :

* تعريف: نسمي عاملا حركيا، كل مقدار يمكن من تغيير سرعة تطور مجموعة كيميائية.

⇦ درجة الحرارة: يكون تطور مجموعة كيميائية اسرع كلما كانت درجة الحرارة اكبر.

⇦ التركيز البدئي للمتفاعلات: يكون تطور مجموعة كيميائية اسرع كلما كان التركيز البدئي للمتفاعلات اكبر.

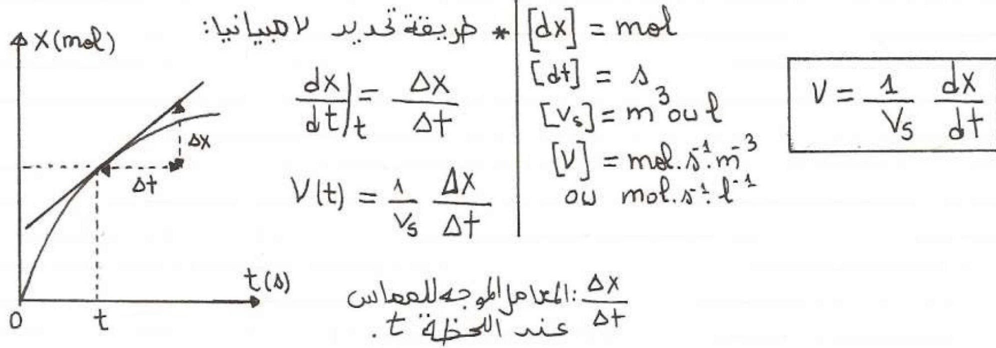
ملخص رقم: 2	التتبع الزمني لتحول- سرعة التفاعل

① تتبع التطور الزمني لتحول كيميائي :

يمكن تتبع التطور الزمني لتحول كيميائي بواسطة :

* المعايرة.
* قياس الضغط او الحجم (إذا كان التفاعل ينتج او يستهلك غازات).
* قياس الموصلية (الوسط التفاعلي يحتوي على ايونات تخضع للتحول).
* قياس pH (التفاعلات الحمضية القاعدية).

② السرعة الحجمية للتفاعل (V) :



* طريقة تحديد V مبيانيا:

$$\left.\frac{dx}{dt}\right|_t = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$V(t) = \frac{1}{V_S}\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$: المعامل الموجه للمماس عند اللحظة t.

$[dx] = mol$

$[dt] = s$

$[V_S] = m^3$ ou l

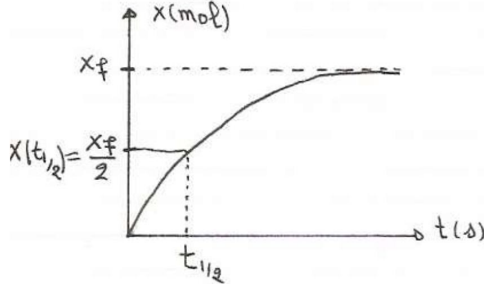
$[V] = mol.s^{-1}.m^{-3}$ ou $mol.s^{-1}.l^{-1}$

$$V = \frac{1}{V_S}\frac{dx}{dt}$$

N.B: يمكن كذلك التعبير عن السرعة الحجمية (V) بدلالة تركيز المحلول (C)، او التركيز المولي الفعلي لنوع في المحلول [X]، او حجم غاز (V).

③ زمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$) :

تعريف: زمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$)، هو المدة التي عند تمامها، يصل تقدم التفاعل إلى نصف قيمته النهائية (x_f):



$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$$

N.B : $t_f \simeq 7 t_{1/2}$

④ العوامل الحركية والسرعة الحجمية للتفاعل :

* تأثير درجة الحرارة : $T \Uparrow \Rightarrow V \Uparrow$; $T \Downarrow \Rightarrow V \Downarrow$

* تأثير التركيز البدئي للمتفاعلات : $C_i \Uparrow \Rightarrow V \Uparrow$; $C_i \Downarrow \Rightarrow V \Downarrow$

⑤ العوامل الحركية وزمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$) :

* تأثير درجة الحرارة : $T \uparrow \Rightarrow t_{1/2} \downarrow$; $T \downarrow \Rightarrow t_{1/2} \uparrow$

* تأثير التركيز البدئي للمتفاعلات : $C_i \uparrow \Rightarrow t_{1/2} \downarrow$; $C_i \downarrow \Rightarrow t_{1/2} \uparrow$

التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين

الملخص

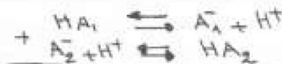
① التفاعلات حمض-قاعدة (تذكير):

* تعريفا: نسمي تفاعل حمض-قاعدة كل تفاعل يتم خلاله تبادل بروتون H^+ أو أكثر بين المتفاعلين.
* الحمض: كل نوع قادر على تحرير بروتون H^+ أو أكثر.
* القاعدة: كل نوع قادر على اكتساب بروتون H^+ أو أكثر.
* المزدوجة قاعدة / حمض: (HA/A^-) نوعان يكونان مزدوجة قاعدة/حمض إذا كان بالإمكان الانتقال من أحدهما إلى الآخر بفقدان أو اكتساب بروتون H^+.
* نصف المعادلة حمض-قاعدة (AH/A^-)



$$AH \rightleftarrows A^- + H^+$$

* المعادلة الحصيلة للتفاعل حمض-قاعدة: نعتبر أن حمض المزدوجة HA_1/A_1^- يتفاعل مع قاعدة المزدوجة HA_2/A_2^-:



$$HA_1 \rightleftarrows A_1^- + H^+$$
$$+\quad A_2^- + H^+ \rightleftarrows HA_2$$



$$HA_1 + A_2^- \rightleftarrows A_1^- + HA_2$$

* الأمفوليت: هو النوع الذي يلعب دور الحمض في مزدوجة ودور القاعدة في مزدوجة أخرى.

② تعريف pH محلول مائي:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$ بحيث $[H_3O^+]$ بـ $mol.l^{-1}$.
pH بدون وحدة.

$$\Longleftrightarrow$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$ $[H_3O^+]$ بـ $mol.l^{-1}$.

③ التقدم النهائي x_f:
يمكن خلال تحول كيميائي أن يكون التقدم النهائي x_f مغايرا للتقدم الأقصى، في هذه الحالة لا يختفي أي من المتفاعلات عند توقف المجموعة عن التطور. $(x_f < x_m)$

④ نسبة التقدم النهائي τ:

$$\tau = \frac{x_f}{x_m} \leq 1$$

* $\tau = 0$ ⇐ التفاعل لم يحدث.
* $\tau = 1$ ⇐ التفاعل كلي.
* $0 < \tau < 1$ ⇐ التفاعل غير كلي (محدود)

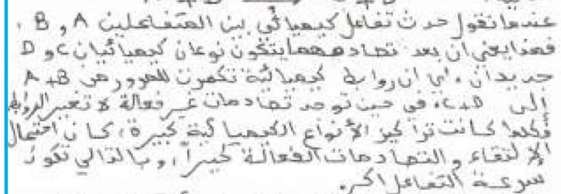
⑤ منحيا تطور مجموعة كيميائية:
خلال كل تحول غير كلي، يحدث تفاعل في المنحيين، المباشر وغير المباشر لمعادلة التفاعل.

⑥ حالة توازن مجموعة كيميائية:
هي حالة المجموعة التي تتواجد فيها المتفاعلات والنواتج بنسب ثابتة.

⑦ التفسير الميكروسكوبي لحالة التوازن الدينامكي:
نعتبر مجموعة كيميائية تخضع لتحول منمذج بالمعادلة التالية:

$$A + B \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} C + D$$

عندما نقول حدث تفاعل كيميائي بين المتفاعلين A و B، فهذا يعني أن بعد تصادمهما يتكون نوعان كيميائيان C و D



جديدان، أي أن روابط كيميائية تنكسر للمرور من A+B إلى C+D، في حين توجد تصادمات غير فعالة لا تغير الروابط. وكلما كانت تراكيز الأنواع الكيميائية كبيرة، كان احتمال الالتقاء والتصادمات الفعالة كبيرا، وبالتالي تكون سرعة التفاعل أكبر.

إذا كانت المجموعة في الحالة البدئية تضم فقط النوعين A و B، فإن التفاعل يحدث بدئيا في المنحى المباشر ① بسرعة v_1: $A + B \rightarrow C + D$.
ينتج عن تزايد تقدم هذا التفاعل، خلال الزمن:
- تناقص كميتي النوعين A و B، وبالتالي تناقص عدد التصادمات الفعالة بينهما، مما يؤدي إلى تناقص السرعة v_1.
- تتزايد كميتي النوعين C و D وبالتالي تزايد عدد التصادمات الفعالة بينهما، مما يؤدي إلى تزايد السرعة v_2 للتفاعل في المنحى غير المباشر ②: $C + D \rightarrow A + B$.
عند تساوي السرعتين v_1 و v_2 فإن كمية المتفاعل A التي يستهلكها التفاعل في المنحى المباشر ① تساوي كمية المتكونة خلال التفاعل في المنحى غير المباشر ②، إذن تبقى التراكيز المولية للمجموعة ثابتة خلال الزمن. لكن على مستوى السلم الماكروسكوبي، يظهر وكأن المجموعة لا تتطور (لأن درجة الحرارة والضغط و الـ pH و... لا تتغير)

حالة توازن مجموعة كيميائية

① خارج التفاعل Q_r المقرونة بمعادلة كيميائية:
نعتبر مجموعة في محلول مائي، تخضع لتحول منمذج بالمعادلة:



$$a A_{(aq)} + b B_{(aq)} \rightleftarrows c C_{(aq)} + d D_{(aq)}$$

$$Q_r = \frac{[C]^c . [D]^d}{[A]^a . [B]^b}$$

N.B: لا تظهر المذيبات، والأجسام الصلبة في خارج التفاعل حيث نعوضها بالعدد 1.

② خارج التفاعل عند التوازن $Q_{r,éq}$:

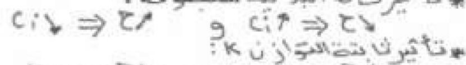
$$Q_{r,éq} = \frac{[C]_{éq}^c . [D]_{éq}^d}{[A]_{éq}^a . [B]_{éq}^b}$$

③ ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة كيميائية:

$$K = Q_{r,éq} = \frac{[C]_{éq}^c . [D]_{éq}^d}{[A]_{éq}^a . [B]_{éq}^b}$$

N.B:
* إذا كانت المجموعة في غير توازن فإن $K \neq Q_r$
* لا تتعلق ثابتة التوازن إلا بدرجة الحرارة.
بحيث: $T \nearrow \Rightarrow K \nearrow$ و $T \searrow \Rightarrow K \searrow$
* ترتبط ثابتة التوازن K_1 للتفاعل في المنحى المباشر (1) وثابتة التوازن K_2 للتفاعل في المنحى غير المباشر (2) بالعلاقة $K_1 = \frac{1}{K_2}$ أو $K_1 . K_2 = 1$

④ الوسائط المؤثرة على نسبة التقدم النهائي τ:
* تأثير الحالة البدئية للمجموعة:



$C_i \nearrow \Rightarrow \tau \searrow$ و $C_i \searrow \Rightarrow \tau \nearrow$

* تأثير ثابتة التوازن K:



$K \nearrow \Rightarrow \tau \nearrow$ و $K \searrow \Rightarrow \tau \searrow$

① التحلل البروتوني الذاتي للماء :



$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

② الجداء الأيوني K_e :
ثابتة التوازن المقرونة بالتحلل البروتوني الذاتي للماء تسمى الجداء الأيوني K_e، إذن:

$$K_e = [H_3O^+]\cdot[HO^-]$$

عند $25°C$، $K_e = 10^{-14}$

نعرف كذلك الثابتة pK_e بالعلاقة: $pK_e = -\log K_e$

③ المحاليل المحايدة والحمضية والقاعدية :

$pH < \frac{1}{2}pK_e$	$pH = \frac{1}{2}pK_e$	$pH > \frac{pK_e}{2}$
محاليل حمضية	محاليل محايدة	محاليل قاعدية
$[H_3O^+] > [HO^-]$	$[H_3O^+] = [HO^-]$	$[H_3O^+] < [HO^-]$

④ ثابتة الحمضية K_A لمزدوجة قاعدة/حمض :
ثابتة الحمضية K_A لمزدوجة HA/A^-، هي ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل حمض المزدوجة مع الماء.

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

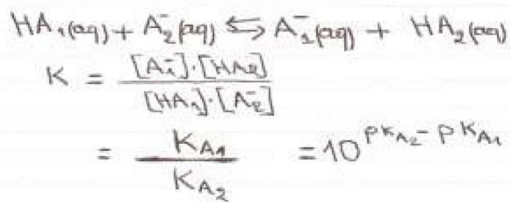
$$K_A = \frac{[A^-]\cdot[H_3O^+]}{[HA]}$$

ونعرف كذلك الثابتة pK_A بالعلاقة: $pK_A = -\log K_A$

⑤ العلاقة بين الـ pH وثابتة الحمضية K_A.

$$pH = pK_A + \log\frac{[B]}{[A]}$$

⑥ ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل حمض- قاعدة:



$$HA_{1(aq)} + A^-_{2(aq)} \rightleftarrows A^-_{1(aq)} + HA_{2(aq)}$$

$$K = \frac{[A_1^-]\cdot[HA_2]}{[HA_1]\cdot[A_2^-]} = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}} = 10^{pK_{A_2}-pK_{A_1}}$$

⑦ قوة الأحماض:
بالنسبة للتركيز نفسه يكون حمض A_1 أقوى من حمض A_2 إذا كان:
$\Leftarrow \tau_1 > \tau_2$ (تفاعل الحمض مع الماء)
$\Leftarrow pH_1 < pH_2$
$\Leftarrow K_{A_1} > K_{A_2}$ أو $pK_{A_1} < pK_{A_2}$

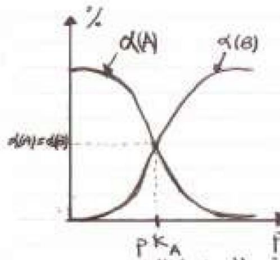
⑧ قوة القواعد:
بالنسبة للتركيز نفسه تكون قاعدة B_1 أقوى من قاعدة B_2 إذا كان:
$\Leftarrow \tau_1 > \tau_2$ (تفاعل القاعدة مع الماء)
$\Leftarrow pH_1 > pH_2$
$\Leftarrow K_{A_1} < K_{A_2}$ أو $pK_{A_1} > pK_{A_2}$

⑨ مخطط (أو مجال) الهيمنة للأنواع الحمضية أو القاعدية لمزدوجة A/B:
يستنتج مخطط الهيمنة لزوج A/B من العلاقة:

$$pH = pK_A + \log\frac{[B]}{[A]}$$

$pH < pK_A$	pK_A	$pH > pK_A$
$[A]>[B]$ تهيمن A	$[A]=[B]$	$[B]>[A]$ تهيمن B

⑩ مخطط التوزيع:
نسمي مخطط التوزيع المنحنى الممثل لتغيرات النسبة المئوية للحمض، والنسبة المئوية للقاعدة في المحلول، بدلالة pH المحلول، عند نفس درجة الحرارة.



* نسبة حمض في محلول $\alpha(A)$:

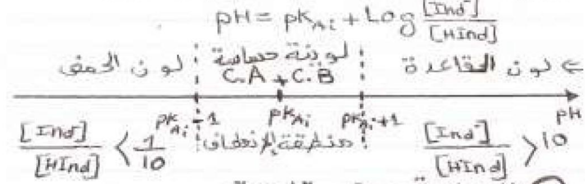
$$\alpha(A) = \frac{[A]}{[A]+[B]}$$

* نسبة قاعدة في محلول $\alpha(B)$:

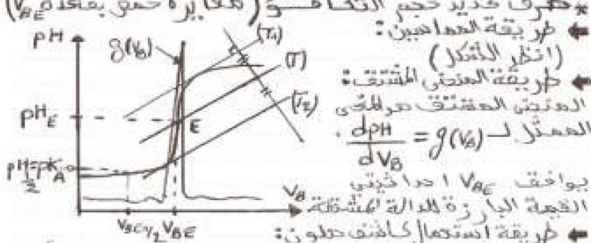
$$\alpha(B) = \frac{[B]}{[A]+[B]}$$

⑪ مخطط الهيمنة للكواشف الملونة :
* تعريف الكاشف الملون: هو مزدوجة قاعدة/حمض، تتميز باختلاف لوني الحمض والقاعدة في المحلول.
نرمز لمزدوجة الكاشف الملون بـ $HInd_{(aq)}/Ind^-_{(aq)}$
إذن:

$$pH = pK_{Ai} + \log\frac{[Ind^-]}{[HInd]}$$



⑫ المعايرة حمض - قاعدة:
* يجب أن يكون تفاعل المعايرة كليا ($X_f = X_{max}$)، وحيدا (عدم وجود تفاعلات مشوشة)، وسريعا.
* معلمة التكافؤ: نعلم التكافؤ بالتغير المفاجئ للميزة الفيزيائية المتغيرة خلال المعايرة (pH، موصلية المحلول أو لون المحلول).
* طرق تحديد حجم التكافؤ (معايرة حمض بقاعدة V_{BE})
⬅ طريقة المماسين:
(انظر الشكل)
⬅ طريقة المنحنى المشتق:
المنحنى المشتق هو المنحنى الممثل لـ $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$.
يوافق V_{BE} إحداثية القمة البارزة للدالة المشتقة.



⬅ طريقة استعمال كاشف ملون:
يمكن تحديد حجم التكافؤ باستعمال كاشف ملون ملائم، وذلك أن تقع منطقة انعطافه pH_E. في هذه الحالة يوافق الحجم المضاف عند تغير لون الكاشف حجم التكافؤ V_{BE}
* نقطة نصف التكافؤ: $(pH_{1/2}, V_{BE\frac{1}{2}})$

$$V_{BE\frac{1}{2}} = \frac{V_{BE}}{2} \quad ، \quad pH_{\frac{1}{2}} = pK_A$$

* تأثير تركيز المتفاعلات: تتعلق جودة المعايرة حمض- قاعدة بتركيز المتفاعلين، بحيث $C \uparrow \Leftarrow$ التكافؤ أكثر دقة.